

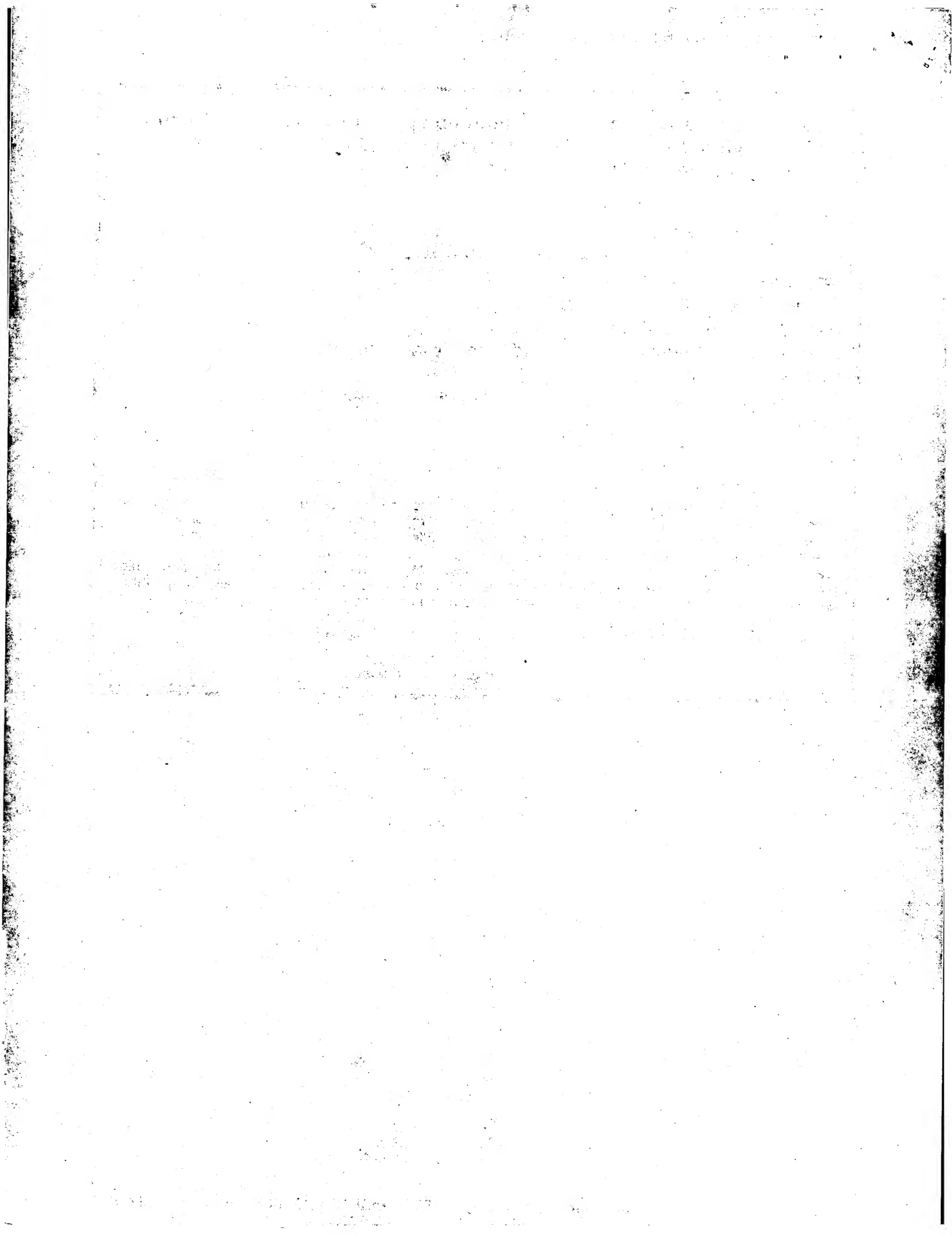
Fuel injection arrangement with common pressure line has regulating unit receiving driving condition signal, generating less electrical power for greater actuating element excess force

Patent Number: ☐ DE10064790
Publication date: 2001-06-28
Inventor(s): KOJIMA AKIKAZU (JP); KONDO TOSHIO (JP)
Applicant(s): DENSO CORP (JP)
Requested Patent: ☐ JP2001241350
Application Number: DE20001064790 20001222
Priority Number(s): JP19990366449 19991224; JP20000322171 20001023
IPC Classification: F02D41/38
EC Classification: F02D41/20P, F02D41/38C, F02M45/08, F02M47/02D, F02M59/46E2
Equivalents:

Abstract

The arrangement has a sensor that detects driving conditions and produces a signal representing an excess actuating element force driving the valve body. The regulating unit receives the signal and generates less power when the actuating element's excess force is greater. The arrangement has an injection device with a high pressure line (31) connected to a common pressure line, a low pressure line (32) connected to a low pressure source, a nozzle section (11) with a needle (61) for the injection of high pressure fuel, a counter pressure chamber (53) connected to a valve chamber (55), a valve body (63) and an electrical regulating unit (81). A sensor detects driving conditions and produces a signal representing an excess actuating element (13) force driving the valve body. The regulating unit receives the signal and generates less power when the actuating element's excess force is greater.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-241350

(P2001-241350A)

(43) 公開日 平成13年9月7日 (2001.9.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
F 0 2 D 41/20	3 7 5	F 0 2 D 41/20	3 7 5 3 G 0 6 6
41/04	3 7 5	41/04	3 7 5 3 G 0 8 4
41/38		41/38	B 3 G 3 0 1
45/00	3 1 2	45/00	3 1 2 Q
	3 1 4		3 1 4 Q

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-322171(P2000-322171)

(22) 出願日 平成12年10月23日 (2000. 10. 23)

(31) 優先権主張番号 特願平11-366449

(32) 優先日 平成11年12月24日 (1999. 12. 24)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 小島 昭和

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 近藤 利雄

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100067596

弁理士 伊藤 求馬

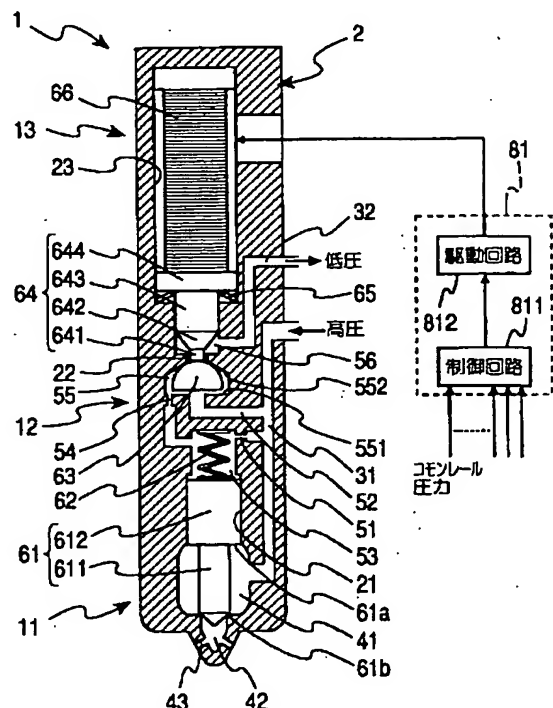
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コモンレール式燃料噴射装置

(57) 【要約】

【課題】 コモンレール式燃料噴射装置において、制御用の燃料の状態の変動がインジェクタの作動に与える影響を回避することである。

【解決手段】 弁室55内に配設されたボール63を押圧駆動するピエゾアクチュエータ13の充放電を制御してボール63の着座と離座との切り換えによりニードル61の背圧の高低を切り換えインジェクタ1の噴射制御を行うECU81を、検出されたコモンレール圧力が低いときには、充電時のピエゾアクチュエータ13の動作に対抗するように作用する弁室55内に制御用に導入される高圧燃料の圧力も低いと判断し、ピエゾアクチュエータ13の充電量を少なくするように設定することで、ボール63がシート551に着座する時の衝撃を和らげこれらの磨耗等が生じないようにし、インジェクタ1の適正な作動を実現する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を上記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、前記弁体を駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるインジェクタと、
前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、
充電時における前記ピエゾアクチュエータの易動度を検出する易動度検出手段を具備せしめるとともに、
前記制御手段を、検出された前記易動度が大きいほど前記ピエゾアクチュエータへの充電量が少なくなるように設定したことを特徴とするコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項2】 請求項1記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記易動度検出手段を前記コモンレールの燃料圧力を検出する構成として、検出された燃料圧力が低いほど前記易動度が大きいと判断するコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項3】 請求項1または2いずれか記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記ピエゾアクチュエータは、燃料が導入されピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を有し前記燃料の圧力によりピストンを駆動して前記弁体を押圧する構成であり、
前記インジェクタは、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行う構成であるコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項4】 請求項3記載のコモンレール式燃料噴射装置において、上記易動度検出手段を前記インジェクタ内の燃料の温度を検出する構成として、検出された前記燃料温度が低いほど易動度が大きいと判断するコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項5】 請求項3または4いずれか記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、燃料の指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長い場合において、前記ピエゾアクチュエータの充電量が予め設定した充電量しきい値よりも少ないときには、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電時間しきい値をこえると前記ピエゾアクチュエータに補充の充電を行うように設定し、
前記ピエゾアクチュエータの充電量が前記充電量しきい値よりも多いときには、前記ピエゾアクチュエータの充

電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえた時に一時的にピエゾアクチュエータを放電する放電期間が設けられるように設定したことを特徴とするコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項6】 請求項4または5いずれか記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、上記ピエゾアクチュエータの充電時期が、検出された前記燃料温度が低い側では遅角し高い側では進角するように、指令噴射時期に基づいて設定された充電時期が補正されるように設定したコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項7】 請求項4ないし6いずれか記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、上記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が、検出された前記燃料温度が低い側では短く高い側では長くなるように、指令噴射時間に基づいて設定された充電保持時間が補正されるように設定したコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項8】 噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、燃料が導入されてピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を備え前記弁体を直接押圧するピストンを前記ポンプ室の燃料の圧力を介して駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるとともに、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行うインジェクタと、
前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、
前記制御手段を、指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長いときに、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえると前記ピエゾアクチュエータに補充の充電を行うように設定したことを特徴とするコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項9】 噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された圧力増減手段と、燃料が導入されてピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を備え前記弁体を直接押圧するピストンを前記ポンプ室の燃料の圧力を介して駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充

電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されるとともに、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行うインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長いときに、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえた時に一時的に前記ピエゾアクチュエータを放電する放電期間を設定することを特徴とするコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項10】 噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、前記弁体を駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備し、かつ、前記ピエゾアクチュエータの充電と放電とを連続的に複数回繰り返し、1回の燃料噴射を実質的に前記複数回に分けて行うコモンレール式燃料噴射装置において、前記コモンレールの圧力を検出する圧力検出手段を具備せしめ、前記制御手段は、予め、コモンレール圧力と、前記ニードルの開閉開始時以後における前記インジェクタの作動状態との関係を記憶し、燃料の噴射を複数回に分けて行う場合の前記ピエゾアクチュエータの再充電開始のタイミングを、前記インジェクタが前記作動状態になる時点とするように設定し、かつ、前記作動状態には、前記ニードルの開閉開始時から前記ピエゾアクチュエータの蓄電量が0になるまでの作動状態を含むことを特徴とするコモンレール式燃料噴射装置。

【請求項11】 請求項10記載のコモンレール式燃料噴射装置において、前記インジェクタの作動状態は前記ピエゾアクチュエータの蓄電量であるコモンレール式燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はコモンレール式燃料

噴射装置の燃料噴射制御に関する。

【0002】

【従来の技術】コモンレール式燃料噴射装置はディーゼルエンジンに用いられるもので、各気筒共通のコモンレールを高圧サンプライポンプからの高圧燃料の圧送で高圧に蓄圧し、コモンレールから各気筒のインジェクタに高圧燃料を供給しインジェクタはECUによる制御のもとで燃料噴射を行う。インジェクタは供給された上記高圧燃料を噴孔から噴射するノズル部を有し、噴孔の開閉はノズル部内に挿置されたニードルにより行う。

【0003】インジェクタに供給される高圧燃料はニードルの制御用としても用いられ、インジェクタは、例えば、ニードルの後端面に面して背圧室を有し背圧室には絞りを介して上記高圧燃料が導入されてニードルの背圧を発生し、背圧の増減でニードルが開閉作動する。背圧の増減は背圧増減手段により行われる。背圧増減手段は、背圧室と低圧通路の間に介設された弁室を有し、その中に収容された弁体の作動で背圧室の圧力を低圧通路にリリースする。弁体の駆動には、近年、圧電セラミック等の圧電効果を応用したピエゾアクチュエータが用いられている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、インジェクタ内の燃料は各種の条件により状態が大きく異なり、例えば、コモンレールから供給される高圧燃料はエンジンの運転状態に応じて約20MPa～約200MPaの広い範囲の燃料圧力値をとる。かかる燃料を前記ニードルの背圧等の制御用として用いる構成では燃料の状態によってはインジェクタが適正に作動しないおそれがあり噴射制御に影響をおよぼす。

【0005】本発明は前記実情に鑑みなされたもので、インジェクタの作動特性が良好なコモンレール式燃料噴射装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明では、噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を上記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、前記弁体を駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、充電時における前記ピエゾアクチュエータの易動度を検出する易動度検出手段を具備せしめるとともに、前記制御手段を、検出された上記易動度が大きい

ほど前記ピエゾアクチュエータへの充電量が少なくなるように設定する。

【0007】ピエゾアクチュエータの充電時における易動度が大きいほど弁体が着座した時の衝撃が相対的に大きくなるから、ピエゾアクチュエータへの充電量を少なくして弁体駆動力を適正ならしめることで上記衝撃を和らげることができ、弁体や弁座の磨耗や破損を防止することができる。これにより燃料状態によって前記易動度の変動しても適正な作動が得られ噴射制御の精度が保たれる。

【0008】請求項2記載の発明では、請求項1の発明の構成において、上記易動度検出手段を前記コモンレールの燃料圧力を検出する構成として、検出された燃料圧力が低いほど上記易動度が大きいと判断する。

【0009】コモンレールの燃料圧力が低いほど該燃料圧力により前記弁体が上記弁座から離座する方向に作用する力は小さくなるので、ピエゾアクチュエータの易動度は大きくなる。インジェクタ内の燃料圧力も上記のごとくコモンレール圧力に応じて大きく変化するから、易動度をコモンレール燃料圧力に基づいて判断することで、前記制御手段による噴射制御において燃料状態の変動を良好に吸収することができる。

【0010】請求項1または2の発明は、前記ピエゾアクチュエータが、燃料が導入されピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を有し前記燃料の圧力によりピストンを駆動して前記弁体を押圧する構成であり、前記インジェクタが、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行う構成である請求項3記載の燃料噴射装置のような、弁体に対する押しつけ力が、ポンプ室内の燃料の粘性等の状態によっても変動する構成に適用することで、より良好な結果を得ることができる。

【0011】請求項4記載の発明では、請求項3の発明の構成において、前記易動度検出手段を前記インジェクタ内の燃料の温度を検出する構成として、検出された前記燃料温度が低いほど易動度が大きいと判断する。

【0012】燃料の粘性が高いほど弁体押圧時のポンプ室からの燃料のリークも少なくなるので、ピエゾアクチュエータの易動度は大きくなる。燃料の粘性は燃料温度に応じて大きく変化するから、易動度をインジェクタ内燃料温度に基づいて判断することで、前記制御手段による噴射制御において燃料状態の変動を良好に吸収することができる。

【0013】請求項5記載の発明では、請求項3または4の発明の構成において、前記制御手段を、燃料の指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長い場合において、前記ピエゾアクチュエータの充電量が予め設定した充電量しきい値よりも少ないときには、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電時間しきい値をこえると前記ピエゾアクチュエ

ータに補充の充電を行うように設定し、前記ピエゾアクチュエータの充電量が前記充電量しきい値よりも多いときには、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえた時に一時的にピエゾアクチュエータを放電する放電期間が設けられるように設定する。

【0014】弁体の着座時の衝撃を和らげるべく前記のごとくコモンレールの燃料圧力に応じてピエゾアクチュエータの充電量が低めに抑えられる。ここで、指令噴射時間が多いとすなわち充電保持時間が長いと、ピエゾアクチュエータに充電補充が行われて弁体に対する押し付け力を増強する。これにより、充電保持時間の長期化によりポンプ室の燃料のリークが進んで前記弁座から離座し燃料噴射が継続しなくなるのを防止することができる。また、ピエゾアクチュエータの易動度が低く、ピエゾアクチュエータの充電量が許容される最大充電量近くに設定されて補充する余裕がなくなったときには、放電期間の途中において一時的にピエゾアクチュエータを放電して初期状態に復しニードルが下降し切る前に再充電することで、燃料噴射が継続しなくなるのを防止することができる。

【0015】請求項6記載の発明では、請求項4または5の発明の構成において、前記制御手段を、前記ピエゾアクチュエータの充電時期が、検出された上記燃料温度が低い側では遅角し高い側では進角するように、指令噴射時期に基づいて設定された充電時期が補正されるように設定する。

【0016】燃料の粘性が高いほど弁体押圧時のポンプ室からの燃料のリークも少なくなるので、ピエゾアクチュエータは充電時の易動度が大きく弁体の着座作動したがつてニードルリフトの応答性がよくなる。燃料の粘性は燃料温度に応じて大きく変化するから、充電時期をインジェクタ内燃料温度に基づいて補正することで噴射時期および噴射量のばらつきを抑えることができる。

【0017】請求項7記載の発明では、請求項4ないし6の発明の構成において、前記制御手段を、前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が、検出された前記燃料温度が低い側では短く高い側では長くなるように、指令噴射時間に基づいて設定された充電保持時間が補正されるように設定する。

【0018】燃料の粘性が高いほど弁体押圧時のポンプ室からの燃料のリークも少なくなるので、ピエゾアクチュエータは充電時の易動度が大きく弁体の着座作動したがつてニードルリフトの応答性がよくなる。燃料の粘性は燃料温度に応じて大きく変化するから、充電保持時間をインジェクタ内燃料温度に基づいて補正することで噴射量のばらつきを抑えることができる。

【0019】請求項8記載の発明では、噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入さ

れてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、燃料が導入されてピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を備え前記弁体を直接押圧するピストンを前記ポンプ室の燃料の圧力を介して駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるとともに、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行うインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長いときに、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえると前記ピエゾアクチュエータに補充の充電を行うように設定する。

【0020】指令噴射時間が長いと、充電保持期間の途中でピエゾアクチュエータに充電補充が行われて弁体に対する押し付け力を増強する。しかして、充電保持期間の長期化によりポンプ室の燃料のリークが進んで燃料噴射が途中で停止するのを防止することができる。また、これにより、当初の充電量を例えば弁体駆動に必要な最小限に止めておいて弁体が着座するときの衝撃を和らげることができる。

【0021】請求項9記載の発明では、噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された圧力増減手段と、燃料が導入されてピエゾスタックの伸縮で拡張するポンプ室を備え前記弁体を直接押圧するピストンを前記ポンプ室の燃料の圧力を介して駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されるとともに、前記ピエゾアクチュエータが充電保持状態の時、燃料噴射を行うインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備するコモンレール式燃料噴射装置において、前記制御手段を、指令噴射時間に基づいて設定された前記ピエゾアクチュエータの充電保持時間が予め設定した充電保持時間しきい値よりも長いときに、前記ピエゾアクチュエータの充電後の経過時間が前記充電保持時間しきい値をこえた時に一時的に上記ピエゾアクチュエータを放電する放電期間が設けられるように設定する。

【0022】指令噴射時間が長いと、充電保持期間の途中で一時的にピエゾアクチュエータを放電して初期状態に復する。しかして、充電保持期間の長期化によりポンプ室の燃料のリークが進んで燃料噴射が途中で停止するのを防止することができる。また、これにより、当初の充電量を例えば弁体駆動に必要な最小限に止めておいて弁体が着座するときの衝撃を和らげることができる。

【0023】請求項10記載の発明では、噴孔を開閉するニードルを有しコモンレールから供給された高圧の燃料を前記噴孔から噴射するノズル部と、前記燃料が導入されてニードルの背圧を発生せしめる背圧室と、該背圧室と低圧源の間に介設された弁室内に弁体が配設され前記弁体の変位で前記背圧室の圧力を増減自在に構成された背圧増減手段と、前記弁体を駆動するピエゾアクチュエータとを有し、かつ、少なくとも前記ピエゾアクチュエータの充電時に前記弁体が着座する弁座が前記弁室に形成されてなるインジェクタと、前記ピエゾアクチュエータの充放電を制御して前記背圧室の圧力の高低切り換えにより前記ニードルを開閉駆動せしめる制御手段とを具備し、かつ、前記ピエゾアクチュエータの充電と放電とを連続的に複数回繰り返し、1回の燃料噴射を実質的に前記複数回に分けて行うコモンレール式燃料噴射装置において、前記コモンレールの圧力を検出する圧力検出手段を具備せしめ、前記制御手段は、予め、コモンレール圧力と、前記ニードルの閉弁開始時以後における前記インジェクタの作動状態との関係を記憶し、燃料の噴射を複数回に分けて行う場合の前記ピエゾアクチュエータの再充電開始のタイミングを、前記インジェクタが前記作動状態になる時点とするように設定し、かつ、前記作動状態には、前記ニードルの閉弁開始時から前記ピエゾアクチュエータの蓄電量が0になるまでの作動状態を含める。

【0024】燃料の噴射を複数回に分けて行う場合には、2回目以降の噴射は、前記インジェクタがニードルの閉弁開始時の作動状態になる以後の時点で再充電開始が許容される。ニードルが閉弁を開始する時点ではまだピエゾアクチュエータの蓄電量は0に達しておらず、この、ピエゾアクチュエータに電荷が残った状態で再充電した場合には、ピエゾアクチュエータの蓄電量は速やかにニードルが開弁可能な蓄電量に達する。すなわち、前後する噴射のインターバルの短い噴射モードが選択し得る。

【0025】ここで、ニードルの閉弁開始時以後の作動状態は、ニードルの背圧等がコモンレール圧力に依存することからコモンレール圧力により異なるが、検出されたコモンレール圧力に基づいて知られるので、コモンレール圧力が変動しても、例えば、再充電のタイミングがニードルが開弁を開始する前にきてしまう等の作動不良が回避され、相前後してなされる充電に対応して噴射率のピークが明瞭に現れる。

【0026】請求項10記載の発明では、前記インジェクタの作動状態が前記ピエゾアクチュエータの蓄電量により知られる構成とする。

【0027】前記ピエゾアクチュエータの充電により弁体の変位し、ニードルが開閉弁するから、ピエゾアクチュエータの蓄電量に基づいてニードルが開閉を開始する時が正確に知られる。

【0028】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）本発明のディーゼルエンジンのコモンレール式燃料噴射装置を図1、図2、図3により説明する。コモンレール式燃料噴射装置の全体構成を示す図2において、ディーゼルエンジンの各気筒のインジェクタ1と供給ライン75を介して連通する共通のコモンレール74が設けられ、コモンレール74は、高圧サブライポンプ73から圧送された高圧燃料により蓄圧される。図例ではインジェクタ1は1つのみ図示しているが同じ構成のものが気筒数分設けられる。インジェクタ1は、ECU81がインジェクタ1の後述するピエゾスタック66を充放電し、必要な時期に必要な時間だけインジェクタ1から各気筒の燃焼室内に略コモンレール74の燃料圧力（以下、コモンレール圧力という）に等しい噴射圧力で燃料を噴射するようになっている。

【0029】コモンレール圧力は圧力センサ82によって検出され、その検出結果に基づいてECU81が吸入調量弁72を制御してコモンレール74への燃料の圧送量を調整し、コモンレール圧力を他のセンサ入力等により知られる運転条件に応じた良好な燃焼を与える最適な噴射圧となるように制御する。また、易動度検出手段たる圧力センサ82から知られるコモンレール圧力は後述するようにインジェクタ1の作動特性を判断するのに供される。

【0030】また、コモンレール74からインジェクタ1に供給された燃料は、上記燃焼室への噴射用の他、インジェクタ1の制御油圧用としても用いられ、インジェクタ1から低圧のドレーンライン76を経て燃料タンク71に還流するようになっている。

【0031】インジェクタ1の断面構造を示す図1において説明する。インジェクタ1はエンジンの図略の燃焼室壁を貫通し図中下端部が燃焼室内に突出するように取り付けられ、下端部から順にノズル部11、背圧増減手段たる背圧制御弁12、ピエゾアクチュエータ13が構成される。インジェクタ1は棒状体2を有し、前記各部11～13を構成する各部品を格納する穴や燃料が流通する通路が形成される。

【0032】ノズル部11は、棒状体2の下端部にサック部42が形成され、サック部42形成壁を貫通して燃料噴射用の噴孔43が形成される。サック部42は供給ライン75に通じる高圧通路31とつながっている。また、棒状体2には、縦穴21が形成され、この縦穴21

の上側部分には段付きのノズルニードル61がその上側大径部612で摺動自在に保持されており、ノズルニードル61の下側小径部611の外周には環状の油溜まり41が形成され、油溜まり41は常時高圧通路31と連通しコモンレール74からの高圧燃料が供給されている。

【0033】ノズルニードル61は下降状態では円錐形の下端部がサック部42の上端部を閉じて噴孔43からの燃料噴射を禁止し、燃料を噴射する時は上昇してサック部42の上端部を開くようになっている。

【0034】油溜まり41の高圧燃料はノズルニードル61の段面61aおよび下端部の円錐面61bに上向きに作用しノズルニードル61を開弁方向に付勢する。

【0035】ノズルニードル61の上方で縦穴21の壁面により画成される空間53は、高圧通路31からインオリフィス51を介して制御油圧としての燃料圧が導入されており、ノズルニードル61の背圧を発生する背圧室53としてある。この背圧はノズルニードル61に下向きに作用し、背圧室53内に収納されたスプリング62とともにノズルニードル61を開弁方向に付勢する。

【0036】背圧室53はアウトオリフィス54を介して常時、弁室55と連通している。弁室55は天井面552が円錐状に形成されており、天井面552の最上部に開口する細穴22を介してドレーンライン76に通じる低圧通路32とつながっている。縦穴22には後述するピストン64の外周に環状空間56が形成され、低圧通路32と連通している。

【0037】弁室55の底面551には前記縦穴22と対応する位置に高圧通路31と連通する高圧制御通路52が開口している。

【0038】弁室55内には、下側部分を水平にカットしたボール63が配設されている。ボール63は上下動可能な弁体であり、下降時には、上記カット面で弁座としての弁室底面（以下、高圧側シート）551に着座して弁室55を高圧制御通路52と遮断し、上昇時には弁座としての前記天井面（以下、低圧側シートという）552に着座して弁室55を前記環状空間56と遮断する。これにより、下降時には背圧室53がアウトオリフィス54、弁室55、環状空間56を介して低圧通路32と連通し、ノズルニードル61の背圧が低下してノズルニードル61がリフトする。一方、上昇時には背圧室53がインオリフィス51を介して、さらにアウトオリフィス54、弁室55、高圧制御通路52を介して高圧通路31と連通し、ノズルニードル61の背圧が上昇してノズルニードル61が着座する。

【0039】ボール63はピエゾアクチュエータ13により駆動される。ピエゾアクチュエータ13は、前記縦穴23に同軸にピストン64、皿ばね65、ピエゾスタック66が配設してなる。

【0040】ピストン64は等径部643が縦穴23の

下側小径部にて摺動自在に保持され、等径部643の下
方は下側ほど縮径する円錐部642となっており、さら
にその下は前記細穴22を貫通して前記ボール63と対
向し、ボール63を押圧するプレッシャピン641とし
てある。円錐部642およびプレッシャピン641の外
周には前記環状空間56が形成される。

【0041】ピストン等径部643の上方は鏑部644
となっており、鏑部644の下端面を皿ばね65が上方
に押圧している。一方、鏑部644の上端面にはピエゾ
スタック66が当接されている。

【0042】ピエゾスタック66が放電状態で縮小して
いるときはプレッシャピン641とボール63との間は
非押圧状態で当接もしくは微かなギャップが形成されて
おり、ボール63は、低圧側シート552の面積分に相
当するボール63の受圧面だけ弁室55内の高圧燃料が
上方に付勢することにより、低圧側シート552に着座
している。一方、ピエゾスタック66がECU81を構
成する駆動回路812からの充電で伸長するとピストン
64を押し下げボール63を高圧側シート551に着座
せしめる。

【0043】駆動回路812はインジェクタに搭載され
たピエゾスタック駆動用の公知の構成のもので、DC-
DC回路、ピエゾスタック66への充放電電流を制限す
るインダクタ、ピエゾスタック66における電荷の移動
を制御するスイッチ回路等からなり、ピエゾスタックの
充放電および充電量の設定は、駆動回路812とともに
ECU81を構成する制御回路811により前記スイッ
チ回路の制御を行うことで可能としてある。

【0044】制御回路811はマイクロコンピュータ等
で構成され、図3に制御回路811におけるピエゾアク
チュエータ13の制御フローを示す。これにより制御回
路811の設定とともに本コモンレール式燃料噴射装置
の作動を説明する。

【0045】ステップS10では圧力センサ82により
検出されたコモンレール圧力を取り込み、ステップS2
0でこのコモンレール圧力に基づいてピエゾスタック6
6の充電量、すなわち、ピエゾスタック66への電荷の
供給量を設定する。以下、適宜、充電量はピエゾスタ
ック66の両極間の電圧（以下、ピエゾスタック電圧 V_t
という）で表すものとする。ここで、ピエゾスタック電
圧 V_t は図4に示すようにコモンレール圧力の一次関数
に従い設定する。

【0046】ステップS30ではピエゾスタック66を
充電して伸長せしめピエゾアクチュエータ13がボール
63を押し下げる。このボール63を押し下げる力は、
ピエゾスタック電圧 V_t に略比例するので、コモンレ
ール圧力に対して一次関数で変化する。

【0047】ボール63が高圧側シート551に着座す
ることにより前記のごとくノズルニードル61がリフト
し燃料噴射が開始される。

【0048】なお、ピエゾスタック66の充電時期は前
記のごとくスロットル開度等の運転状態から算出された
指令噴射時期に対応して設定される。また、充電保持時
間は指令噴射時間に対応して設定される。

【0049】ステップS40では充電保持時間が終了し
たか否かすなわち放電時期か否かを判断する。

【0050】放電時期がくるとステップS40からステ
ップS50に進みピエゾスタック66を放電して本フロ
ーは終了する。ピエゾスタック66の放電によりボール
63に対するピエゾアクチュエータ13の押し下げ力が
解除されて高圧制御通路52からの高圧燃料の押し上げ
力により上昇してボール63が低圧側シート552に着
座してノズルニードル61が下降し燃料噴射が終了す
る。

【0051】さて、図5はボール63の着座時における
弁室55内の拡大図で、前記のごとくボール63の表面
にはコモンレール圧力に略等しい燃料圧力が作用して
おり、これにより、全体としてはこの燃料圧力に、その非
受圧面の面積すなわち低圧側シート552の面積を乗じ
た大きさの上向きの力 F が発生する。したがって、この
力 F は図6に示すようにコモンレール圧力に比例する。
この力 F はピエゾアクチュエータ13の伸長方向の動きに
対抗する力として作用し、ピエゾアクチュエータ13は力
 F が大きいほど動きにくくなる。すなわちピエゾアク
チュエータ13の易動度が減じられることになる。

【0052】ここで、従来のようにピエゾスタック電圧 V_t
が一定とすれば、伸長時におけるピエゾアクチュエ
ータ13の発生力は図中二点鎖線で示すように一定とな
る。このピエゾアクチュエータ発生力と力 F の差（余裕
力） F_a がボール63を押し下げる力となり、ピエゾア
クチュエータ13には、図より知られるようにコモンレ
ール圧力が装置で使用される最高圧力のときに一定以上
の余裕力 F_a を出力できることが要求される。しかし、
コモンレール圧力がアイドリング時等の約20MPaから
高速高負荷運転時の約200MPaまで変化幅が広い
ことを考えると、余裕力 F_a もコモンレール圧力に
応じて相当幅があることになる。この結果、コモンレ
ール圧力が低い時には、ピエゾアクチュエータ13の易
動度が高く余裕力 F_a が過剰となって、ボール63が
高圧側シート551に当たった時に大きな衝撃が発生し、
ボール63や高圧側シート551等に損傷を与えるおそれ
がある。

【0053】本コモンレール式燃料噴射装置では、コ
モンレール圧力が低くボール63を押し上げる力 F が小
さいほど、ボール63を押し下げるピエゾアクチュエ
ータ発生力も小さくなるようにしたので、余裕力 F_a
が過剰にならず、ボール63が高圧側シート551に
当たった時の衝撃を和らげることができる。なお、
前記一次関数の傾きは、例えば、余裕力 F_a が略一定
値をとるように設定する。

【0054】なお、ピエゾスタック電圧 V_t はコモンレール圧力に対して前記一次関数的に与えるのではなくコモンレール圧力を複数のレンジに分け低圧側のレンジほど低電圧となるように階段状に設定するのも制御が簡単となってよい。

【0055】また、本実施形態において、背圧制御弁は図例のものだけではなく、インジェクタの弁室にピエゾアクチュエータ駆動により駆動される弁体を配設するとともに少なくとも前記ピエゾアクチュエータの放電時に上記弁体が着座する弁座（すなわち低圧側シート）を形成したものであればよく、例えば、図1のインジェクタ1の高圧制御通路52を省略し、ピエゾアクチュエータ放電時にはボール63が低圧側シート552に着座することでニードル61の背圧を上昇させ、ピエゾアクチュエータ充電時にはボール63が低圧側シート552から離れニードル61の背圧を下降させる構成とすることもできる。なお、この構成だとボール63はボール下方側の部材（図1での高圧側シート551に相当）に着座させる必要もなく、ボール下部に水平カット部も不要となる。

【0056】（第2実施形態）図7に本発明の別のコモンレール式燃料噴射装置を示す。インジェクタの一部の構成と制御回路の制御上の一部の設定を別のものに代えたもので、図中、第1実施形態と同じ番号を付した部分については実質的に同じ作動をするので相違点を中心に説明する。

【0057】インジェクタ1Aのピエゾアクチュエータ13Aは、細穴22の上方の縦穴23Aに下側から小径ピストン67、皿ばね65、大径ピストン68、ピエゾスタック66が配設されてなる。小径ピストン67は第1実施形態のピストンの下側半部と実質的に同じ構成のもので、等径部673にて縦穴23Aに摺動自在に保持され、その下は下端側ほど縮径する円錐部672となっており、さらにその下はボール63を押圧するプレッシャピン671となっている。細穴22および縦穴23Aには、円錐部672およびプレッシャピン671の外周に環状空間56が形成される。

【0058】環状空間56にはスプリング69が配設されて小径ピストン67を上方に付勢している。小径ピストン67の上方変位端は縦穴23Aの周壁面に形成した段部231により位置決めされ、このときの小径ピストン67の位置がピエゾスタック66を放電した時に復する初期位置となる。この時、プレッシャピン671とボール63とが当接、もしくは微細なギャップを有した状態とする。

【0059】大径ピストン68は小径ピストン67よりも大径の円形部材で縦穴23Aに摺動自在に保持され、皿ばね65からは上方に、ピエゾスタック66からは下方に付勢可能である。

【0060】小径ピストン67と大径ピストン68との

間は燃料が充填されてポンプ室たる油圧拡大室57としてあり、ピエゾスタック66の伸長により大径ピストン68を押圧すると、その押圧力が油圧拡大室57の燃料を介して小径ピストン67に伝えられる。ここで、小径ピストン67は大径ピストン68よりも小径としているので、ピエゾスタック66の伸長量を拡大するようになっている。

【0061】制御回路811Aはここで実行される制御フローが第1実施形態の制御フローに新たに制御手順を追加したものとなっており、これを図8に示す。これにより、制御回路811Aの設定とともに本コモンレール式燃料噴射装置の作動を説明する。

【0062】ステップS10～S30では第1実施形態と同様にピエゾスタック66にコモンレール圧力に応じた適正なピエゾスタック電圧 V_t が与えられる。

【0063】続くステップS31では指令噴射時間に対応する指令充電保持時間が充電保持時間しきい値たる予め設定した時間よりも長いかなんかを判定し、短いときはステップS40に進む。この場合は第1実施形態と同じ手順が実行され、ボール63が高圧側シート551に着座する時の衝撃を和らげることができる。

【0064】ステップS31で指令充電保持時間が設定時間よりも長いと判定されたときはステップS31からステップS32に進みピエゾスタック電圧 V_t が充電量しきい値たる予め設定した電圧よりも高いかなんかを判定し、低いときはステップS33に進む。

【0065】ステップS33では駆動回路812によりピエゾスタック66に補充の充電を行いピエゾスタック電圧 V_t を補充電圧 ΔV_t 増加したものに變更し、ステップS40に進む。これにより、充電保持時間のうち充電されてから設定時間が経過した後はピエゾスタック電圧 V_t が補充電圧 ΔV_t だけ高い分、ボール63への押圧力が増大する。

【0066】一方、ステップS32でピエゾスタック電圧 V_t が設定電圧よりも高いと判定されたときはステップS32からステップS34に進み充電（ステップS30）されてから前記設定時間が経過した時点で駆動回路812により一時的にピエゾスタック66を放電する。この一時的な放電期間の後、ステップS35で再充電を行い、ステップS40に進む。

【0067】さて、本コモンレール式燃料噴射装置は、特にステップS31～S35を実行することで次の効果を奏する。図9はステップS31、S32において指令充電保持時間が設定時間よりも長くかつ前記ステップS20で設定されたピエゾスタック電圧 V_t が設定電圧よりも高いときのピエゾスタック電圧 V_t の充電保持期間における経時変化を示すもので、充電されてから設定時間が経過するとその後はピエゾスタック電圧 V_t が補充電圧 ΔV_t 増加する。

【0068】図7より知られるように燃料噴射が行われ

る充電保持状態においてボール63が高压側シート511に押し付けられて高压制御通路52を遮断している。ここではピエゾアクチュエータ13Aがボール63を押し下げる力が、高压制御通路52の高压燃料がボール63を押し上げる力に勝っている。しかし、ピエゾアクチュエータ13Aは油圧拡大室57の燃料圧を介してボール63を押圧する構成となっているので、油圧拡大室57の圧縮し加圧された燃料は徐々にピストン67、68等の摺動部を介して徐々にリークして油圧拡大室57の燃料圧は低下する。これによりピエゾアクチュエータ13Aがボール63を押し下げる力は徐々に減じられることになる。このため、従来の装置では噴射量が多く噴射時間が長いとボール63が高压側シート511から離間してノズルニードル61の背圧が上昇し噴射が停止してしまうというおそれがある。

【0069】本コモンレール式燃料噴射装置は充電保持時間が長い場合、すなわち、噴射停止のおそれの有無を判定する上記設定時間を越えた場合は補充の充電を行うことで油圧拡大室57の燃料圧を高压に回復せしめてピエゾアクチュエータ13Aのボール63に対する押圧力を増強する。これにより、ボール63が高压側シート511から離間せず、指令噴射量分の燃料噴射が完了する前にニードル61が着座するのを防止することができる。なお、ピエゾアクチュエータ13Aのボール63に対する押圧力を増強しても、既にボール63は高压側シート511に着座状態にあるからボール63と高压側シート511との間で新たな衝撃は発生しない。

【0070】また、コモンレール圧力が高くピエゾスタック電圧 V_t が高い場合は充電を補充する余裕がないことになるが、ピエゾスタック電圧 V_t が充電補充する余裕があるかないか判定する上記設定電圧よりも高い場合は、ステップS34以降の手順により油圧拡大室57からの燃料のリークによる燃料噴射の不具合を回避することができる。すなわち、図10に示すように、設定時間を越えた時点で一時的な放電期間を設けることでピエゾアクチュエータ13Aが初期状態に復帰し油圧拡大室57の燃料もリーク分の燃料が補充される。その後、再充電を行うことでボール63を再び高压側シート511に着座せしめることができる。

【0071】なお、この放電期間において弁室55内に高压制御通路52から高压燃料が流入し背圧室53が高压となるので図11に示すようにノズルニードル61がフルリフトの状態から少し下降する場合もあるが、一瞬のことであるので噴射率に殆ど影響はなく通常のプロファイルが得られる。

【0072】なお、本実施形態において、燃料の温度を検出する温度センサを設けて上記設定時間を検出温度が高いほど短く設定してもよい。インジェクタの温度が高いほどインジェクタ内の燃料の粘性は低くなるからピエゾアクチュエータがボールを押圧するときの油圧拡大室

からの燃料リークは多くなり、ボールに対する押し付け力が早く低下するからである。

【0073】また、上記ステップS32、S33を非実行とし、一時的な放電期間の設定（ステップS34、S35）のみで油圧拡大室57からの燃料のリークによる燃料噴射の不具合を回避するのによい。逆に、ピエゾスタック66の仕様により決まるピエゾスタック電圧 V_t の許容最大電圧が十分なときは、前記ステップS32、S34、S35を非実行とし、充電補充（ステップS33）のみで油圧拡大室57からの燃料のリークによる燃料噴射の不具合を回避するのによい。

【0074】また、前記ステップS10、S20を非実行としてコモンレール圧力によらずピエゾスタック電圧 V_t を固定しておき、上記のごとく一時的な放電期間の設定（ステップS34、S35）のみ、または充電補充（ステップS33）のみを実行して噴射時間が長いときの油圧拡大室からの燃料のリークによる燃料噴射の不具合を回避するのによい。いずれの場合も、ピエゾスタック電圧 V_t を装置で使用する最大コモンレール圧力に対し一定の開弁力が得られる必要最小限の電圧に固定しておけばよいので、ある程度、ボールが高压側シートに着座する時の衝撃を和らげることもできる。

【0075】（第3実施形態）図12に本発明の別のコモンレール式燃料噴射装置を示す。基本的な構成は第2実施形態の構成と同じもので、図中、第2実施形態と同じ番号を付した部分は実質的に同じ作動をするので、第2実施形態との相違点を中心に説明する。また、インジェクタ1Aの各部についても図7に示した番号を付すものとする。

【0076】本コモンレール式燃料噴射装置はインジェクタ1Aの温度を検出する易動度検出手段たる温度センサ83が設けてあり、検出信号がECU81Bに入力している。ECU81Bの図示しない制御回路は上記図8に示した制御と基本的に同じ制御を実行する。

【0077】この制御を前記図8により説明すると、ステップS10でコモンレール圧力とともに、温度センサ83で検出されたインジェクタ1A内の燃料温度（以下、インジェクタ燃料温度という）を取り込む。ステップS20では、ピエゾスタック電圧 V_t を、コモンレール圧力とともに前記インジェクタ温度に基づいて設定する。すなわち、ピエゾスタック電圧 V_t を上記インジェクタ燃料温度が低いほど低く設定する。例えば、図4のごとくコモンレール圧力に基づいて設定された電圧値に対して、予め設定した基準温度からの温度差に応じて電圧値を増減すればよい。

【0078】さて、インジェクタ燃料温度が低いほどインジェクタ1A内の燃料の体積弾性率および粘性は高くなるから、コモンレール圧力が同等であってもインジェクタ燃料温度が低温側ではピエゾアクチュエータ13Aがボール63を押圧するときの油圧拡大室57の圧縮に

必要な圧縮量、および油圧拡大室57からの燃料リークは少なくなつて易動度が増し、ボール63に対する付勢力は相対的に増大する。このためインジェクタ燃料温度が高温側に比して余裕力 F_a は大きく、ピエゾスタック電圧 V_t はインジェクタ燃料温度が低いほどさらに低くてもよい。しかして、ピエゾスタック電圧 V_t を上記のごとく設定することで、さらにボール63が高圧側シート551に着座する時の衝撃を和らげることができる。

【0079】また、指令充電時期および指令充電保持時間を、検出されたインジェクタ燃料温度が前記基準温度よりも高い場合には、その温度差に応じて、充電時期を指令噴射時期に基づく指令値よりも進角するとともに充電保持時間を指令噴射時間に基づく指令値よりも長くする。一方、検出インジェクタ燃料温度が上記基準温度よりも低い場合には、その温度差に応じて、充電時期を指令噴射時期に基づく指令値よりも遅角するとともに充電保持時間を指令噴射時間に基づく指令値よりも短くする。

【0080】前記のごとくインジェクタ燃料温度が低温ほどピエゾアクチュエータ13Aの易動度が大きくボール63が高圧側シート551に着座するまでの応答時間も短くなるが、充電時期をインジェクタ燃料温度が低温側ほど相対的に遅くすることでボール63の着座時期のばらつきを低減することができ、噴射時期のばらつきを低減することができる。

【0081】また、同様に指令充電保持時間をインジェクタ燃料温度が低温側ほど短くすることでボール63が着座を保持する時間のばらつきを低減することができ、したがって、噴射量のばらつきを低減することができる。

【0082】なお、インジェクタ燃料温度は必ずしもインジェクタに取り付けた温度センサによらずとも、前記説明より明らかなように実質的にインジェクタ内燃料温度の指標になり得るものであればよい。

【0083】また、要求される仕様によっては充電時期、充電保持時間の補正は省略してもよい。

【0084】（第4実施形態）図13、図14に本発明の別のコモンレール式燃料噴射装置を示す。第2実施形態において、制御回路で行われる制御の一部の設定を別のものに代えたもので、図中、第1、第2実施形態と同じ番号を付した部分については実質的に同じ作動をするので相違点を中心に説明する。

【0085】図15は、本コモンレール式燃料噴射装置のECU81Cを構成する制御回路811Cにおいて実行される燃料噴射の制御フローを示すもので、ステップS10、S20では第1実施形態と同様に圧力センサ82により検出されたコモンレール圧力を取り込み、ピエゾスタック電圧 V_t を設定する。

【0086】ステップS110では設定噴射回数が2以上か否かを判定する。この噴射回数は、一時に複数回連

続して噴射を行う噴射モード、すなわちメイン噴射に先立ちパイロット噴射を行うものであれば2であり、少量ずつ複数回に分けて噴射するマルチ噴射であればその噴射回数であり、運転条件により設定される。

【0087】複数回噴射を行う噴射モードであればピエゾスタックの再充電開始電圧 V_a を設定しステップS130に進む。設定内容については後述する。また、一回だけ噴射を行う噴射モードであればステップS120をスキップしてステップS130に進む。

【0088】運転条件から設定された噴射開始時期になると、ステップS130でピエゾスタック66の充電を開始してこれを伸長せしめる。前記のごとくノズルニードル61がリフトを開始し燃料噴射が開始される。

【0089】そして、通電時間が設定値に達すると（ステップS140）、ピエゾスタック66の放電を開始する（ステップS150）。これによりボール63が再び低圧側シート552に着座して背圧室53の圧力が上昇し、ニードル閉弁開始圧力に達すると、ニードル61は着座方向に変位を開始する。

【0090】一方、ピエゾスタック66の放電開始（ステップS150）に続いて、噴射回数が前記設定噴射回数に達したか否かを判断する（ステップS160）。そして、噴射回数が前記設定噴射回数に達していなければ、すなわち、パイロット噴射のみが実行された場合や、マルチ噴射の最後の噴射が実行されていない場合はステップS170に進む。なお、一回だけ噴射を行う噴射モードではこれで本フローは終了となる。

【0091】以下、燃料噴射がパイロット噴射とメイン噴射とからなる等の噴射モードにおける2回目以降の燃料噴射について説明する。ピエゾスタック66の放電開始（ステップS150）により、ピエゾスタック電圧は低下するが、ピエゾスタック電圧が前記再充電開始電圧 V_a に達すると（ステップS170）、ステップS130に戻り、メイン噴射等の2回目以降の噴射が実行される。この場合、ステップS140における設定値は2回目以降のそれぞれの噴射に対して設定された時間である。

【0092】そして、設定噴射回数の噴射が終了すると（ステップS160）、本フローは終了となる。

【0093】図16に本燃料噴射装置における燃料噴射制御時の装置各部の作動を示し、これにより、前記再充電開始電圧 V_a の設定内容とともに、本燃料噴射装置の作動を説明する。図例はメイン噴射に先立ってパイロット噴射を行う噴射モードのものである。また、図17にはメイン噴射に先立ってパイロット噴射を行う時の従来の制御を示す。図16、図17中、駆動パルスは、ピエゾスタック66の充電開始（「L」から「H」）と放電開始（「H」から「L」）とを示す制御回路から駆動回路に出力される制御信号であり、図例は、前のがパイロット噴射、後のがメイン噴射のものである。

【0094】 先ず、従来の装置の制御について説明する。説明の便宜のため装置の各部には同じ番号を付すものとする。前記第2実施形態と同様にピエゾスタック66の充電が開始されボール63が低圧側シート552からリフトし弁室圧力が低下する。弁室圧力がニードル開弁開始圧力に達しニードル61がリフトするとパイロット噴射が開始される。一方、ピエゾスタック電圧は、一定の勾配をもって上昇し、設定電圧 V_t に達する。

【0095】そして、噴射信号が「H」から「L」に変化すると、パイロット噴射を終了せしめるべくピエゾスタック66の放電を開始してピエゾスタック電圧が0になるまで放電する。一方、放電開始とともに弁室圧力が上昇し、ニードル61が着座方向に変位する。

【0096】次いで、メイン噴射が行われることになるが、これを行う最も早いタイミングはピエゾスタック電圧が0になった直後である。図例はかかる場合のものであり、ピエゾスタック66が再び充電されてメイン噴射がなされる。

【0097】一方、本燃料噴射装置は、前記図15に示す制御内容としてあるから、次のようになる。ピエゾスタック66の充電が開始され、ボール63が低圧側シート552からリフトを開始し弁室圧力が低下する。弁室圧力がニードル開弁開始圧力に達しニードル61がリフトするとパイロット噴射が開始される。一方、ピエゾスタック電圧は設定した電圧 V_t に達する。

【0098】そして、パイロット噴射を終了せしめるべくピエゾスタック66の放電が開始されて弁室圧力がニードル開弁開始圧力に向かって上昇する。ここで、従来はピエゾスタック66の放電がピエゾスタック電圧が0になるまで行われるが、本実施形態ではピエゾスタック電圧が0になる前でも可能である。すなわち、ピエゾスタック電圧が再充電開始電圧 V_a (>0)に達すると、再充電が開始され、ボール63が上方変位を開始する。これにより、再び弁室圧力が低下し、ニードル開弁開始圧力を下回るとニードル61がリフト方向に転じ、メイン噴射期間に入る。そして予め設定した所定のメイン噴射パルスが「H」から「L」になるとピエゾスタック66は放電されてメイン噴射が停止する。

【0099】再充電開始電圧 V_a は次のように設定される。図18は発明者らが得た、インジェクタ1Aに制御油として導入されるコモンレール圧力と、インジェクタ1Aの作動状態におけるピエゾスタック電圧との関係で、ニードル61を開弁方向に作動せしめるには、コモンレール圧力が高いほど、ボール63を押下げる力に対抗する燃料圧力が高くなるため、充電によりピエゾスタック66に供給すべきエネルギーも大きくなって必要なピエゾスタック電圧(噴射可能電圧)も大きくなる。

【0100】一方、ニードル61を開弁方向に作動せしめるには次のようになる。すなわち、ボール63と低圧側シート552の間の環状間隙が最大の状態、すなわち

ボール63が高圧側シート551に着座状態でなくとも、前記環状間隙の面積が、背圧室53から低圧通路32への燃料のリリーフ流量が一定量以上確保し得るような面積であれば、ニードル61は開弁状態を維持するが、ピエゾスタック66の伸びがある程度以下となって前記環状間隙が小さくなると前記リリーフ流量が減るために背圧室53の圧力が上昇してニードル61は噴射を終了する方向に動く。つまり、ニードル61が開弁方向に変位するピエゾスタック電圧(噴射停止電圧)は噴射可能電圧よりもやや低い値をとり、噴射可能電圧と同様にコモンレール圧力が高いほど、大きな値をとる。

【0101】ピエゾスタック電圧が噴射可能電圧以上であればニードル61はリフト方向に変位し、噴射停止電圧以下であればニードル61は着座方向に変位することになる。したがって、ピエゾスタック66の放電を開始すると、ピエゾスタック電圧が設定電圧 V_t から低下し、それが噴射停止電圧を下回るとニードル61が着座方向に変位する。そしてピエゾスタック電圧が前記再充電開始電圧 V_a になったら再充電を開始し、再び、ピエゾスタック電圧が噴射可能電圧を越えると、ニードル61が離座方向に変位することになる。したがって、ニードル61の着座から再リフトまでをパイロット噴射間隔とすれば、再充電開始電圧 V_a を噴射停止電圧 $>V_a>0$ の範囲で設定すれば再充電開始電圧 V_a の大きさによって、図例のように、パイロット噴射間隔を実質的に負とすること、すなわちパイロット噴射からメイン噴射への切り換わり時にニードル61が着座状態にある期間をなくすることもできる。

【0102】ここで、かかる制御においては次の点に注意が必要となる。すなわち、噴射停止電圧がコモンレール圧力に応じて変動することから、ピエゾスタック電圧が0になる前に再充電をしてパイロット噴射間隔を短くしようとすれば、例えば、噴射停止電圧が低くなるコモンレール圧力が低い場合には、パイロット噴射を行おうと再充電を行ったにも係わらず、再充電開始時のピエゾスタック電圧が噴射停止電圧を下回らず、パイロット噴射がメイン噴射と分離しないということが起こり得る。そこで、本燃料噴射装置では、予め、再充電開始電圧 V_a を変えた時のニードル61の挙動を、使用されるコモンレール圧力の範囲で実験等により求めておく。そして、制御回路811Cは、その内蔵メモリに、コモンレール圧力に対して適正な噴射特性を与える再充電開始電圧 V_a を対応付けるマップを記憶しておくとともに、検出されたコモンレール圧力に応じて再充電開始電圧 V_a が与えられるように設定しておく。勿論、再充電開始電圧 V_a は噴射停止電圧以下である。

【0103】しかして、複数回に分けて噴射を行う噴射モードにおいて、要求される噴射特性および検出されたコモンレール圧力に応じて再充電開始電圧 V_a を適正に設定することができる。これにより、駆動回路812に

においてピエゾスタックの充電時における損失を低減すべく、充電電流を抑制して充電／放電時におけるピエゾスタック電圧の勾配を緩やかにしてもパイロット噴射間隔が徒に長くならず、エミッションの低減を図ることができる。

【0104】なお、コモンレール圧力とニードル61の挙動についての前記実験において、ピエゾスタック66の放電開始からピエゾスタック電圧が再充電開始電圧Vaになるまでの時間が知られるから、ECUの制御回路が、かかる時間のデータに基づいて、ピエゾスタック66の再充電開始をタイマで設定することもできる。

【0105】また、再充電開始電圧Vaはコモンレール圧力に対して固定値とするのではなく、マップはコモンレール圧力に対して再充電開始電圧Vaの上限である前記噴射停止電圧を対応付ける内容とし、再充電開始電圧Vaを、検出されたコモンレール圧力に応じた前記噴射停止電圧以下の領域で、その時の運転条件等に応じて設定するもよい。

【0106】また、本実施形態では、ニードル61の開弁開始時におけるインジェクタ1Aの作動状態を、蓄電量であるピエゾスタック電圧により知るようにしたが、ニードル61の開弁開始時におけるインジェクタ1Aの作動状態が知られるものであればよく、例えば背圧室53の圧力の変化等でもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1のコモンレール式燃料噴射装置の要部構成図である。

【図2】前記コモンレール式燃料噴射装置の全体構成図である。

【図3】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示すフローチャートである。

【図4】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示すグラフである。

【図5】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するインジェクタの一部拡大図である。

【図6】前記コモンレール式燃料噴射装置の作動を説明するグラフである。

【図7】本発明の第2のコモンレール式燃料噴射装置の要部構成図である。

【図8】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示すフローチャートである。

【図9】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECU

における制御内容を示す第1のグラフである。

【図10】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示す第2のグラフである。

【図11】前記コモンレール式燃料噴射装置の作動を示すタイムチャートである。

【図12】本発明の第3のコモンレール式燃料噴射装置の要部構成図である。

【図13】本発明の第4のコモンレール式燃料噴射装置の全体構成図である。

【図14】前記コモンレール式燃料噴射装置の要部構成図である。

【図15】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示すフローチャートである。

【図16】前記コモンレール式燃料噴射装置の作動を示すタイミングチャートである。

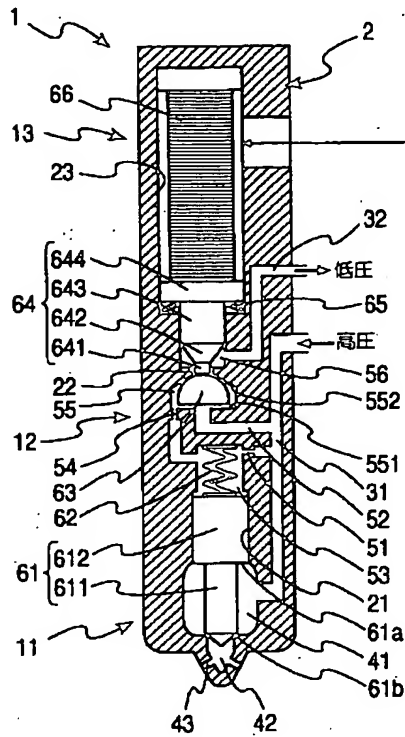
【図17】前記コモンレール式燃料噴射装置と比較する従来の装置の作動を示すタイミングチャートである。

【図18】前記コモンレール式燃料噴射装置を構成するECUにおける制御内容を示すグラフである。

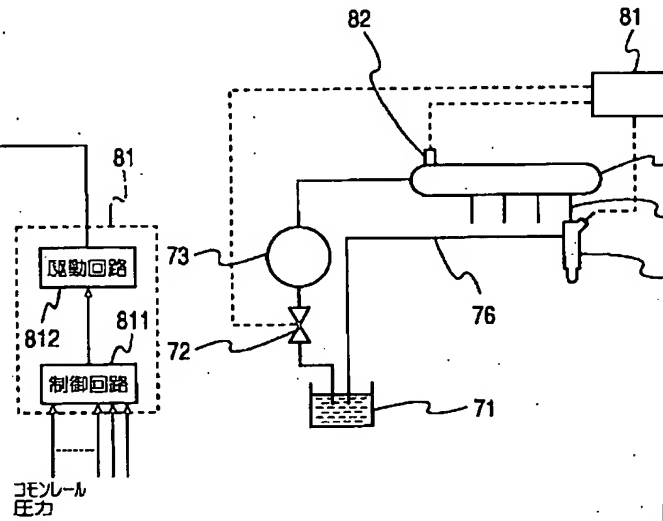
【符号の説明】

- 1, 1A インジェクタ
- 11 ノズル部
- 12 背圧制御弁（背圧増減手段）
- 13, 13A ピエゾアクチュエータ
- 2 棒状体
- 31 高压通路
- 32 低压通路
- 43 噴孔
- 53 背圧室
- 55 弁室
- 551 高压側シート（弁座）
- 552 低压側シート
- 61 ニードル
- 63 ボール（弁体）
- 64 ピストン
- 66 ピエゾスタック
- 67 小径ピストン（ピストン）
- 68 大径ピストン（ピストン）
- 74 コモンレール
- 81, 81B, 81C ECU（制御手段）
- 82 圧力センサ（易動度検出手段、圧力検出手段）
- 83 温度センサ（易動度検出手段）

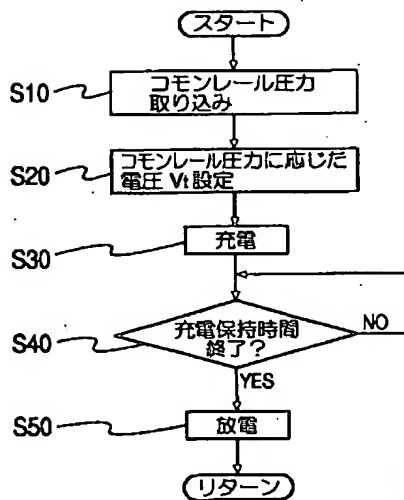
【図1】



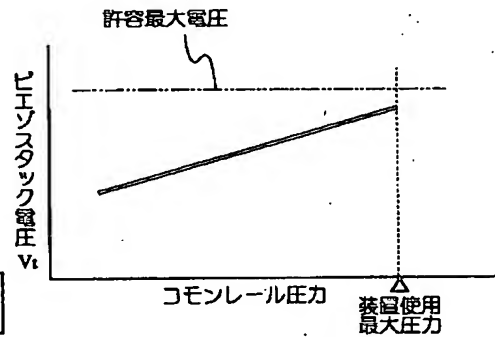
【図2】



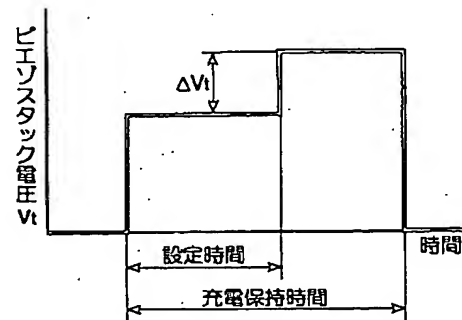
【図3】



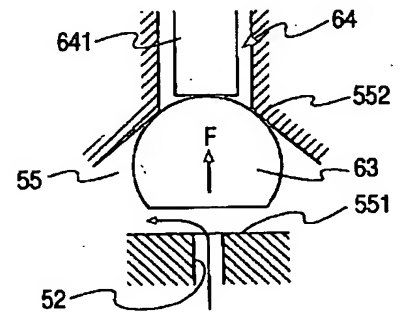
【図4】



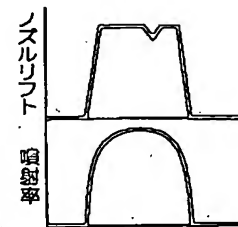
【図9】



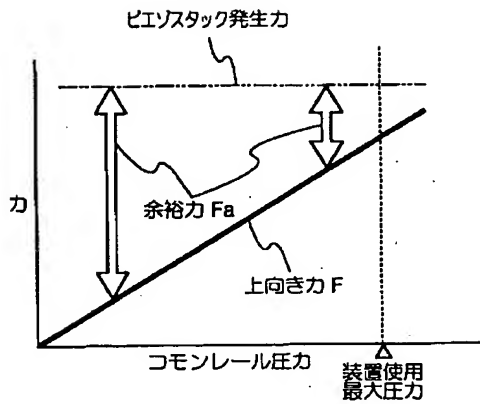
【図5】



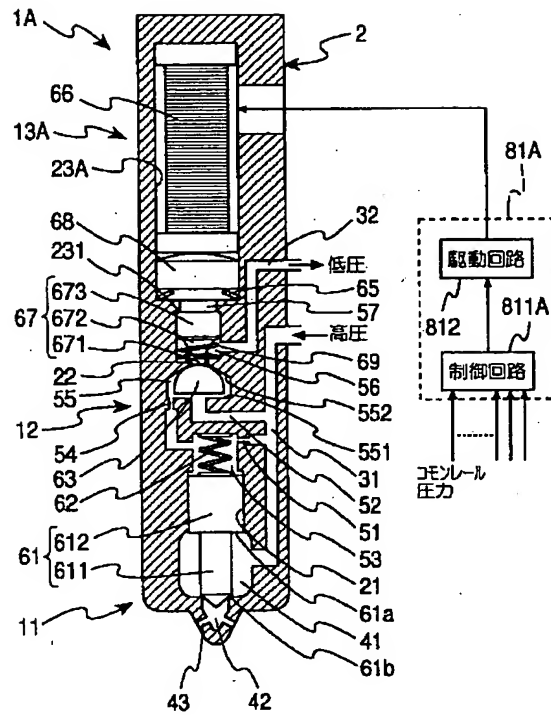
【図11】



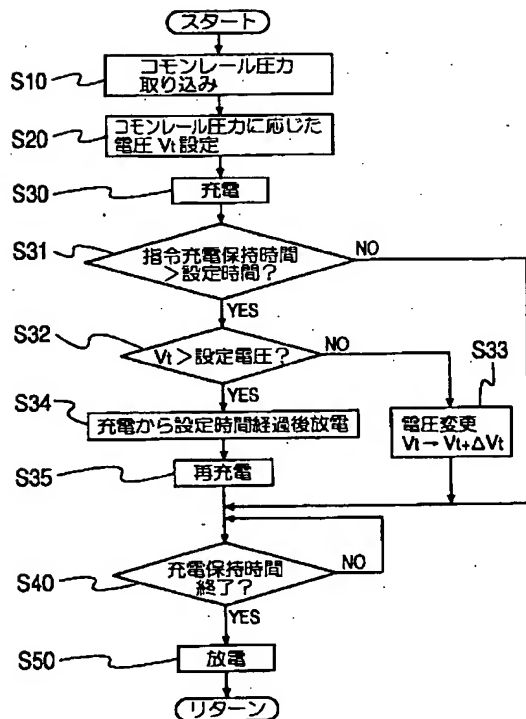
【図6】



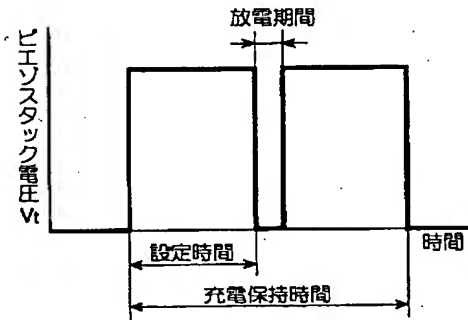
【図7】



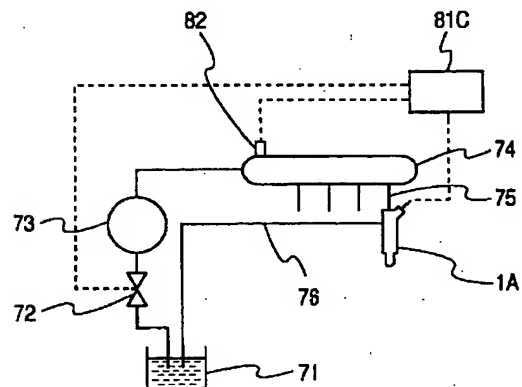
【図8】



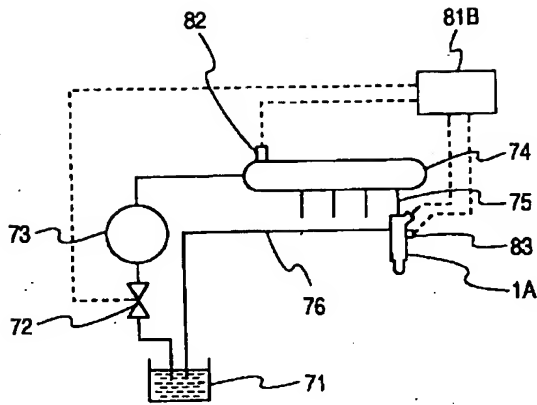
【図10】



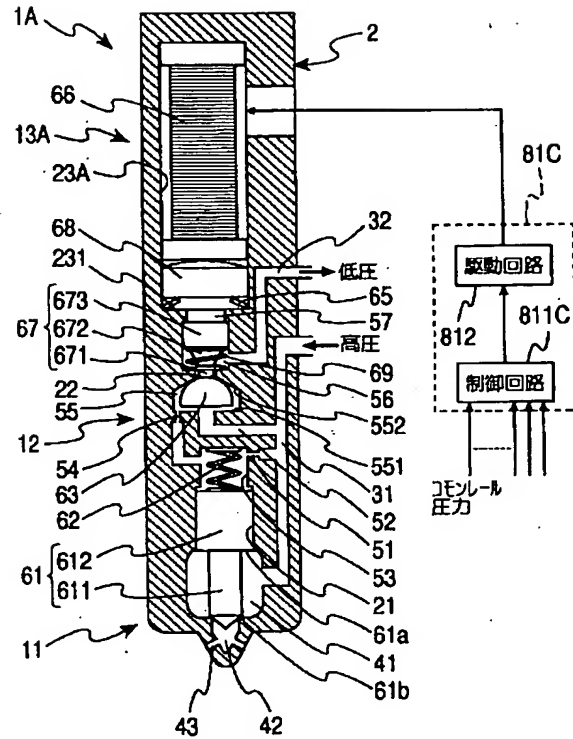
【図13】



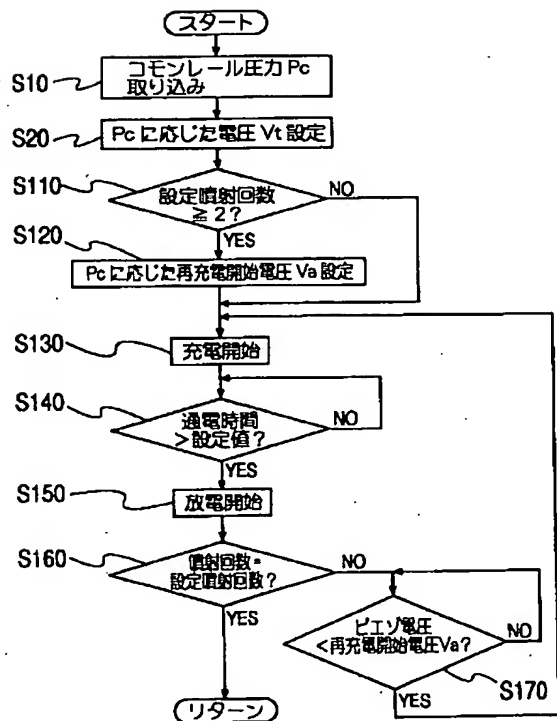
【図12】



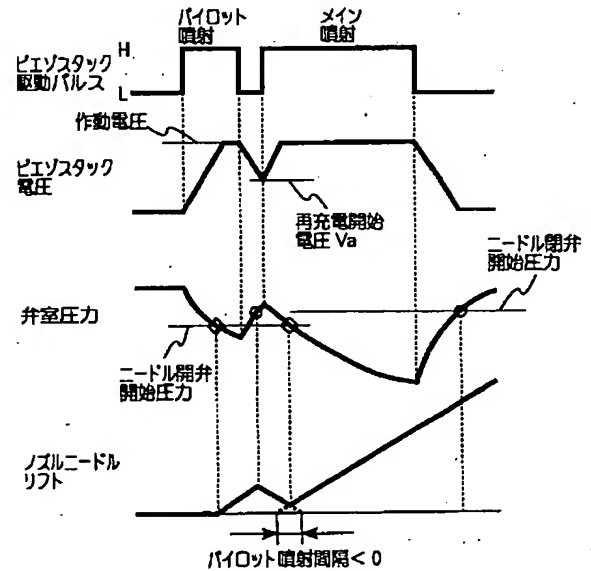
【図14】



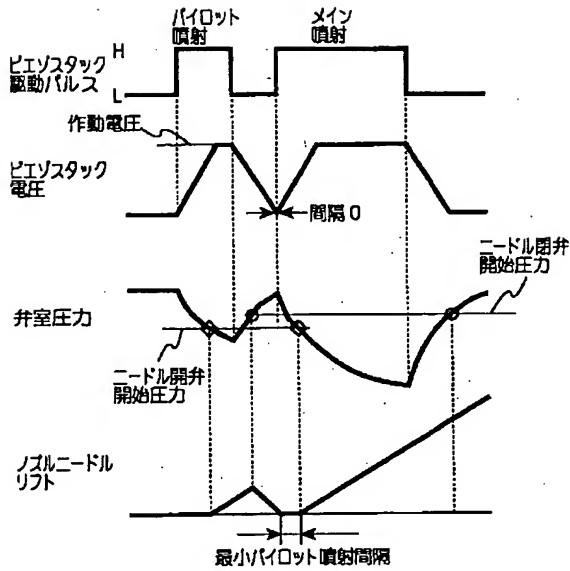
【図15】



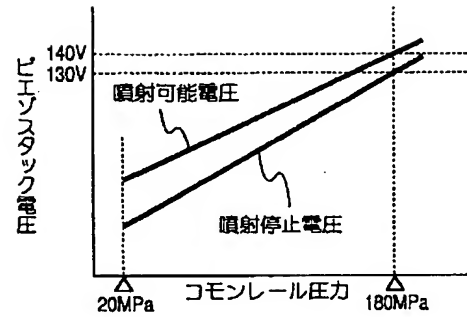
【図16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テマコード (参考)

F 0 2 D 45/00

3 1 4

F 0 2 D 45/00

3 1 4 S

3 6 4

3 6 4 D

F 0 2 M 45/00

F 0 2 M 45/00

A

45/02

— 45/02

47/00

47/00

C

E

47/02

47/02

E

51/00

51/00

E

F

61/20

61/20

N

Fターム(参考) 3G066 AA07 AB02 AC09 AD12 BA12
BA13 BA31 BA44 BA46 BA51
CC06T CC08T CC14 CC26
CC64T CC66 CC67 CC68U
CC69 CC70 CD25 CD26 CD29
CE27 CE29 CE34 DA01 DA09
DC00 DC15 DC18
3G084 BA13 BA14 DA04 DA11 EA05
EA07 EA11 EC01 EC03 FA00
FA03
3G301 HA02 HA06 JA00 JA03 LB11
LC05 LC06 LC10 MA11 MA18
MA23 MA26 MA27 NA06 NA08
ND02 NE23 PB01Z PB03Z
PB05Z PB08Z PG00Z PG02Z

